

IMPLÉMENTATIONS DE RÉFÉRENCES GÉODÉSIQUES DANS LE SIG

EVOLUTION DES CODES EPSG DU RGF93

BRICE VIRLY
DIVISION EXPERTISE ET DOCUMENTATION
SERVICE DE LA GÉODÉSIE ET DE LA MÉTROLOGIE

Brice.virly@ign.fr

GÉOPOS
26 MARS 2026

Constat

- Des référentiels récents (RGM23, RGF93v2b) ne sont pas disponibles rapidement dans tous les outils SIG
- Difficulté pour les utilisateurs non-géodésiens à accéder, à comprendre et utiliser convenablement les référentiels géodésiques
- Besoin de précision centimétrique et temps réel qui se généralise
- Utilisation de précision décimétrique ou plus complexifiée par la multiplication des référentiels

Actions menées

- Etat des lieux de l'utilisation des références géodésiques dans les services de l'IGN (production, outils de développement, diffusion)
- Participation à plusieurs « workshops » européens sur la mise à disposition des référentiels géodésiques pour les utilisateurs finaux
- Echanges avec les éditeurs logiciels (Qgis, ESRI, FME) et des distributeurs GNSS
- Finalisation en cours d'une étude sur le sujet « Implémentation des références géodésiques dans les SIG » intégrant des préconisations

LES RÉFÉRENTIELS GÉODÉSIQUES IGN

Systèmes ETRS89 et ITRS

ITRS : système mondial dynamique

Pertinence d'un système européen :

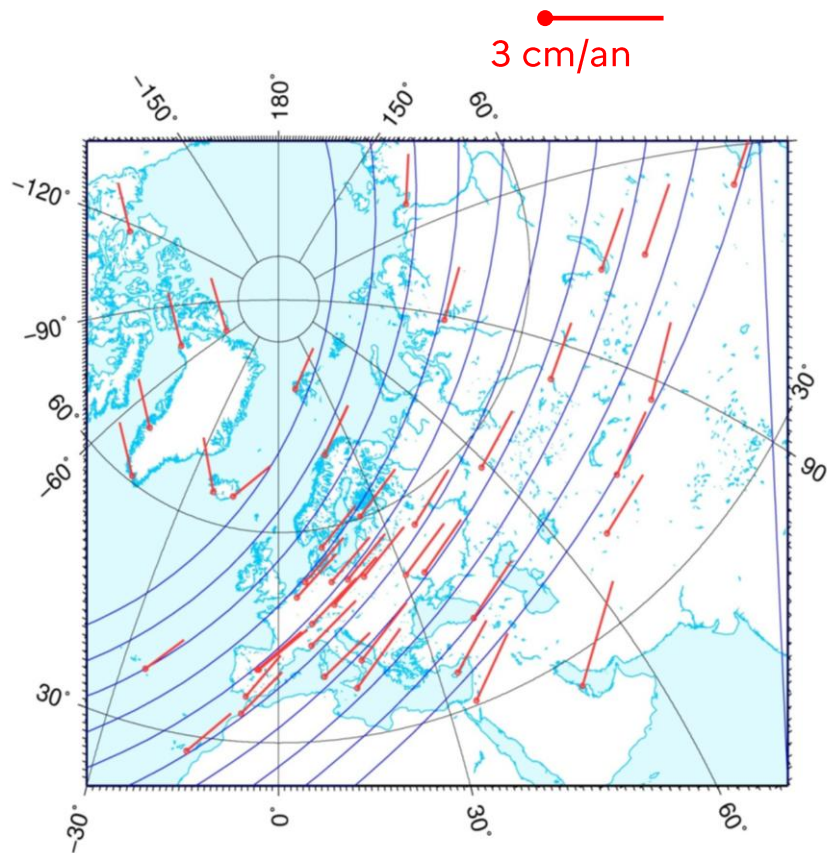
ETRS89 : système européen dynamique

Le système ETRS89 coïncide avec l'IRTS en 1989.

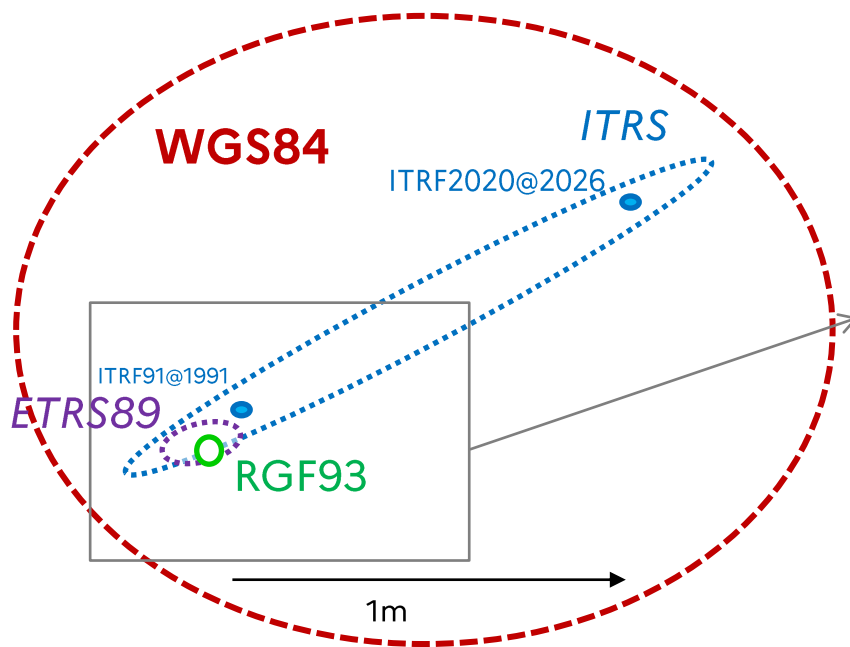
En 2026 :

~ 2,6cm/an, l'écart entre IRTS et ETRS89 est de près de 1 m.

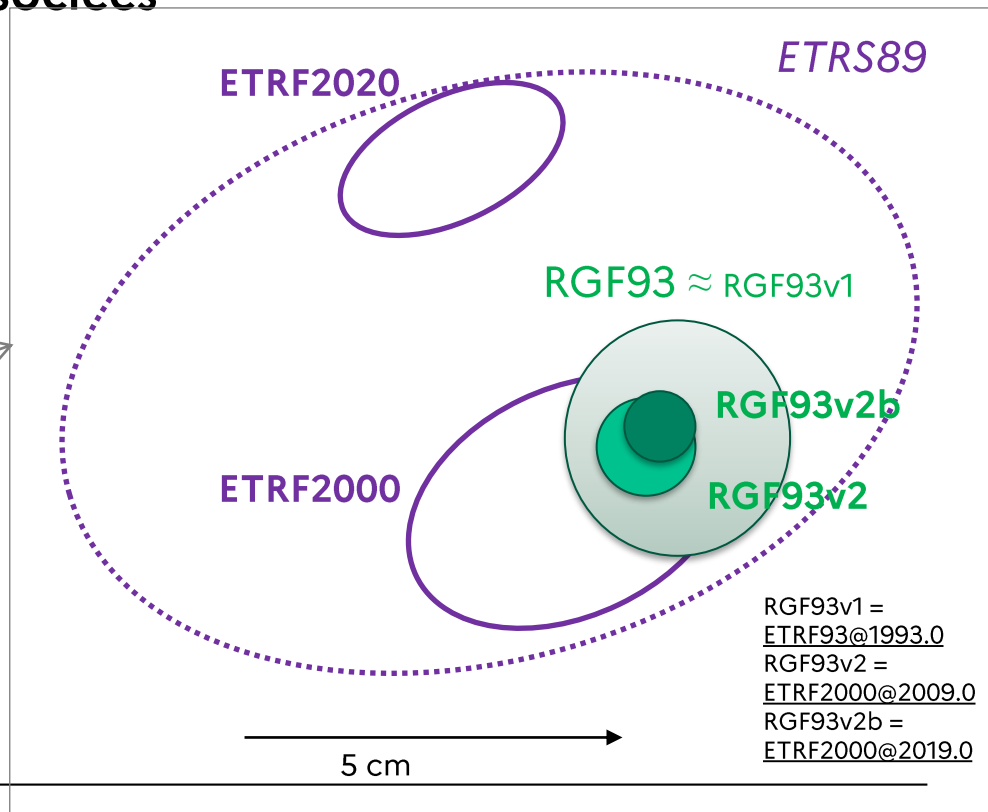
Le RGF93 est une réalisation de l'ETRS89.



Repères géodésiques et précisions associées



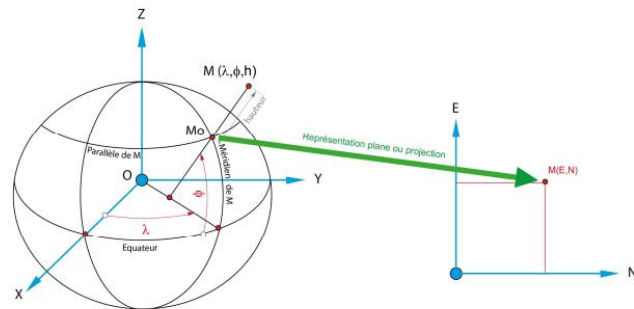
- Ainsi les coordonnées sont fixes les référentiels RGF93, mais des maintenances sont nécessaires.



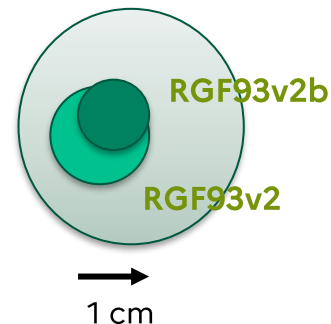
RGF93v1 =
ETRF93@1993.0
RGF93v2 =
ETRF2000@2009.0
RGF93v2b =
ETRF2000@2019.0

RGF93 et ses réalisations

- **Lambert 93** = projection associée au **RGF93**.
- Code **EPSG:2154** \approx **RGF93 Lambert 93**
- A partir de 2021, distinction des « versions » du **RGF93** dans l'EPSG.
D'où des **EPSG** différents pour les coordonnées **Lambert-93**
 - **2154** = **RGF93v1 Lambert-93** [1993-2010]
 - **9793** = **RGF93v2 Lambert-93** [2010-2019]
 - **9794** = **RGF93v2b Lambert-93** [2019-...]
- Au-delà de 5cm de précision, il n'est pas nécessaire de distinguer les versions du **RGF93**
- Pour les données ayant une précision d'ordre centimétrique, l'écart sur les coordonnées entre systèmes est de l'ordre de la précision



RGF93 \approx RGF93v1



LES CRS, DU SGM AU SIG

CRS, de la publication au SIG

1. Production par un organisme national en charge de la géodésie (IGN-SGM)
2. Publication dans un registre national ou international

IGN

Registre IGFN :
[https://geodesie.ign.fr/
e-registre-ign-f-au-
format-xml](https://geodesie.ign.fr/e-registre-ign-f-au-format-xml)



ISO Geodetic Registry

<http://geodetic.isotc211.org>

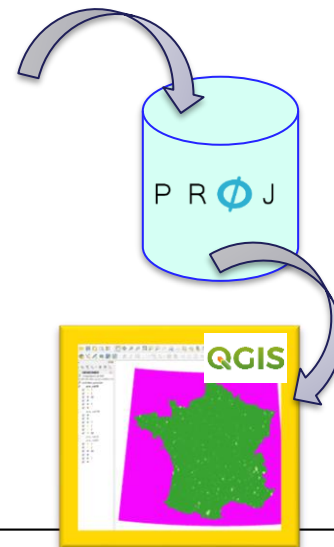


<https://epsg.org>

3. Implémentation dans les bibliothèques de transformation géodésiques (PROJ)
4. Installation du logiciel et disponibilité du référentiel pour l'utilisateur final

PROJ est la source pour la plupart des logiciels éditeurs (FME, ArcGIS)
Leur mise à jour est plus ou moins rapide.

**Délais souvent important entre
publication et disponibilité
pour l'utilisateur !**



De la publication à l'utilisateur final

- Pour la plupart des logiciels, une installation de la dernière version est nécessaire pour la mise à jour de la bibliothèque géodésique
 - Contraignant pour les utilisateurs
 - Les algorithmes géodésiques sont parfois amenés à changer
- ❖ La disponibilité d'un référentiel pour l'utilisateur est à la main des éditeurs ou développeurs de logiciels SIG ou GNSS
- ❖ Pas ou peu de prise en compte de la notion de précision des transformations et des référentiels dans les SIG

Actuellement à l'IGN

- Open Source : PROJ ou dérivés (GDAL, PDAL)
- intégré par DSI-SDM dans les chaînes de production des BD IGN.
- Mise à jour de Proj, Gdal, Pdal automatisée sur les dernières versions
- Possibilité d'ajouter une base « locale » PROJ
- Des outils « éditeurs » (ArcGis, FME, MicroStation,...)
- intégration des derniers référentiels plus longue, dépendante de l'éditeur
- Possibilité d'ajouter des référentiels manuellement (expert)

P R  J



ArcGIS



LE RGF93 ET ÉVOLUTION DES CODES EPSG

Données IGN en métropole : le RGF93

- La plupart des données sont associées à l'**EPSG 2154** soit **RGF93v1 Lambert-93** :
 - En réalité, la mise en référence des données (via orthophoto, RGP) se fait en **RGF93v2b** et les données sont diffusées en **RGF93v2b Lambert-93**
 - Pour la plupart des données, la précision ne nécessite pas de distinction entre **RGF93 v1, v2, v2b**. (écarts d'ordre centimétriques)
 - En revanche, les grilles de conversion ne sont pas applicables avec n'importe quel référentiel géodésique. (Ex : **RAF20, RAC23** associées au **RGF93v2b**)

Notion de datum Ensemble

- Un *datum ensemble* (ensemble de référentiels) est une notion récente décrite dans la norme **ISO 19111:2019/Amd 2:2023 (amendement 2 de 2023)**
 - ensemble de référentiels = groupe de réalisations multiples d'un même système de référence terrestre ou vertical qui, pour le référencement spatial approximatif, ne sont pas significativement différentes
 - EXEMPLE « WGS 84 » en tant que groupe indifférencié de réalisations comprenant WGS 84 (TRANSIT), WGS 84 (G730), WGS 84 (G873), WGS 84 (G1150), WGS 84 (G1674) et WGS 84 (G1762). À la surface de la Terre, ces réalisations ont changé en moyenne de 0.7 m entre les réalisations TRANSIT et G730, de 0.2 m supplémentaires entre G730 et G873, de 0.06 m entre G873 et G1150, de 0.2 m entre G1150 et G1674 et de 0.02 m entre G1674 et G1762.
 - Note 1 à l'article : Les ensembles de données associés aux différentes réalisations au sein d'un ensemble de référentiels peuvent être fusionnés sans transformation de coordonnées.
 - Note 2 à l'article : Le terme « approximatif » est à définir par les utilisateurs mais est généralement de l'ordre de moins de 1 décimètre, mais il peut atteindre 2 mètres.

Notion de datum Ensemble

- Définition de datum ensemble (traduction de l'EPSG)

Pour beaucoup d'utilisateurs, il n'est pas pertinent et non-désirable de devoir gérer de nombreux SRC qui diffèrent de manière insignifiante. [...]

Un datum ensemble, est un groupe de, deux ou plus, réalisations du même système de référence. Cela est modélisé comme un sous-type de référentiel ; le type réel du référentiel (datum), qu'il soit géodésique ou vertical, est déduit du type de référentiel des éléments de l'ensemble. Les référentiels géodésiques sont regroupés dans un datum ensemble et ont tous un ellipsoïde et méridien d'origine identique.

Un système de coordonnées peut être associé à un datum ou datum ensemble.

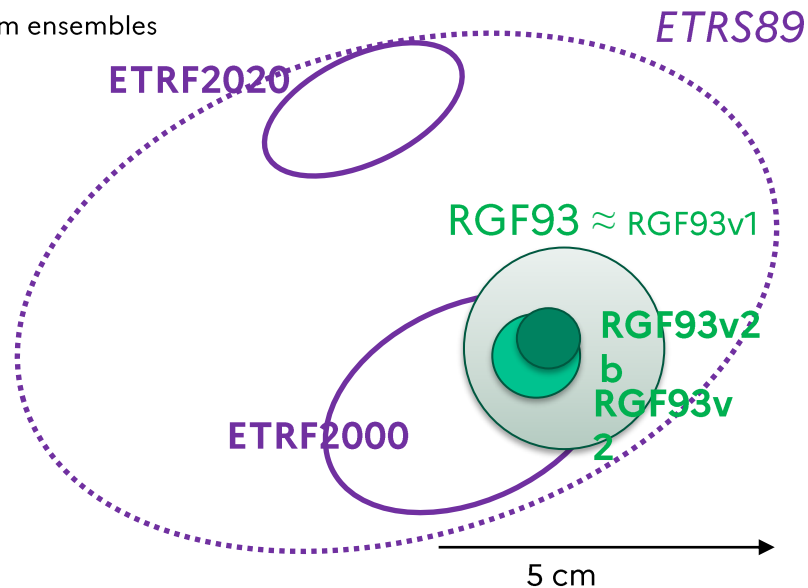
Evolutions proposées

- Tous les référentiels nationaux modernes en Europe sont associé au datum ensemble ETRS89, y compris le RGF93 et ses réalisations.

- Un référentiel (datum) peut être associé à plusieurs datum ensembles

➤ Proposition :

Création d'un datum ensemble RGF93, regroupant les réalisation v1, v2 et v2b



Evolutions proposées

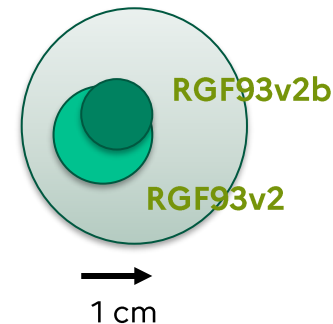
Application du *datum ensemble* au RGF93

- Faire évoluer les codes **EPSG** associés au **RGF93**
- Exemple : évolution des codes EPSG pour le **Lambert93**

SRC	EPSG en 2025	Evol. EPSG Scénario 1	vol. EPSG Scénario 2
RGF93-L93	Aucun	2154	Nouveau
RGF93v1-L93	2154	Nouveau	2154
RGF93v2-L93	9793	9793	9793
RGF93v2b-L93	9794	9794	9794

- Dans une logique d'ensemble, tous les autres codes associés au RGF93v1 devraient évoluer de manière similaire.

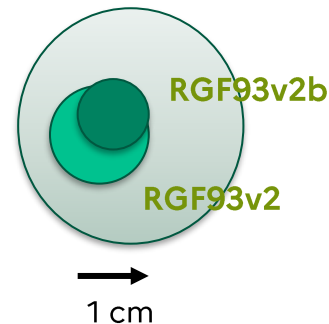
RGF93 ≈ RGF93v1



Evolutions proposées

SRC	EPSG en 2025	Evol. EPSG Scénario 1	vol. EPSG Scénario 2
RGF93-L93	Aucun	2154	Nouveau
RGF93v1-L93	2154	Nouveau	2154
RGF93v2-L93	9793	9793	9793
RGF93v2b-L93	9794	9794	9794

RGF93 ≈ RGF93v1



- Le scénario 1 présente l'avantage majeur d'être pas ou peu impactant pour la large majorité des utilisateurs SIG (précision > 5 ou 10 cm)
- Reprise de l'historique :
 - Données récentes associées au 2154 en réalité déterminée en RGF93 v2b
 - Données de 2010 à 2021 associées au 2154 déterminée en RGF93 v2
 - Données d'avant 2010 déterminées en RGF93 v1
 - Quel critère de précision pour la distinction entre datum ensemble et ses réalisations

Impacts d'un changement de code EPSG

Répercussions dans les logiciels, en particulier PROJ :

- PROJ est en mesure d'intégrer la notion de *datum ensemble*
- Proposition d'ajout d'une transformation nulle à la précision du *datum ensemble* en celui-ci et ses réalisations
- Des questions encore en suspens sur l'utilisation des grilles associées aux différentes réalisations (RAF18, RAF20, etc.)
- Impact à étudier sur les autres logiciels SIG ou logiciels GNSS

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Référentiels géodésiques et grilles altimétriques

■ GRILLE ALTIMÉTRIQUE : HAUTEUR VS ALTITUDE

- La hauteur ellipsoïdale est purement géométrique (GPS)
- L'altitude est basée sur la pesanteur (nivellement)
- L'ondulation du géoïde : $N = \text{hauteur} - \text{altitude}$

Grilles de conversion altimétrique (RAF20, RAC23,...)
maillage du territoire avec des valeurs de N.

- **Si on change de référentiel géodésique, la grille change !**

RAF20 :
Hauteur \Leftrightarrow Altitude
RGF93v2b \Leftrightarrow NGF IGN69

